

Mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea) de Tierradentro, San Andrés de Pisimbalá, Cauca, Colombia



Germán Darío Velasco Rojas

Universidad del Cauca

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación

Programa de Biología

Popayán

2022

Mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea) de Tierradentro, San Andrés de Pisimbalá,
Cauca, Colombia

Trabajo de grado para optar el título de Biólogo

Línea de Investigación: Biodiversidad y Conservación

Germán Darío Velasco Rojas

Director:

Magister en Biología, Jorge Mario Becoche Mosquera

Co-Director:

Magister en Biología, Charles Sidney Muñoz Nates

Universidad del Cauca

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación

Programa de Biología

Popayán

2022

Nota de aceptación

Director: _____

Mg. Jorge Mario Becoche Mosquera

Co-director: _____

Mg. Charles Sidney Muñoz Nates

Jurado: _____

Mg. Magda Katherine Pérez Grisales

Jurado: _____


Ph.D Diana Catalina Fernández Jurado

Lugar y fecha de sustentación: Popayán, 11 de marzo de 2022

CONTENIDO

RESUMEN	8
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN	9
JUSTIFICACIÓN	10
OBJETIVOS	11
Objetivo general	11
Objetivos específicos	11
MARCO TEÓRICO.....	11
Generalidades de los lepidópteros.....	11
Modelo corporal:	12
Gremio alimenticio:	12
Reproducción.....	13
Fases del ciclo de vida.....	13
Biodiversidad de mariposas en Colombia	15
ANTECEDENTES	16
METODOLOGÍA.....	20
Área de estudio	20
Recolección del material biológico	20
Muestreo con red entomológica.....	21
Muestreo con trampas tipo Van Someren Rydon	21
Identificación taxonómica del material	21
Análisis de datos	22
RESULTADOS.....	25

DISCUSIÓN	32
CONCLUSIONES.....	37
RECOMENDACIONES	38
BIBLIOGRAFÍA	38
ANEXOS	50

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica de la vereda de San Andrés de Pisimbalá (Inzá. Cauca).....	20
Figura 2. Curva de interpolación y extrapolación basada en la cobertura de la muestra	26
Figura 3. Riqueza y abundancia relativas de familias de papilionoideos en San Andrés de Pisimbalá	27
Figura 4. Especies dominantes encontradas en la zona de estudio.....	27
Figura 5. Valores relativos del número de especies e individuos de papilionoideos para cada tipo de cobertura	28
Figura 6. Diversidad verdadera para cada tipo de cobertura. Las áreas sombreadas señalan los intervalos de confianza del 95% correspondiente a cada tipo de hábitat.....	29
Figura 7. Índice de similitud de Bray-Curtis entre diferentes tipos de cobertura ...	30
Anexo 2. Área de estudio, San Andrés de Pisimbalá, Inzá, Cauca	54
Anexo 3. Fotografías de la vista dorsal y ventral de algunas especies registradas en este estudio A. <i>C. dirce</i> ; B. <i>M. hercyna</i> ; C. <i>P. zamba</i> ; D. <i>O. tamarindi</i>	54

AGRADECIMIENTOS

A todos los que contribuyeron en la elaboración y ejecución de la investigación, en especial a mis padres y hermanos.

RESUMEN

Este trabajo es el primer registro sobre la caracterización de la diversidad de lepidópteros (Papilionoidea) en el Parque Arqueológico de Tierradentro, vereda de San Andrés de Pisimbalá, Inzá, Cauca, Colombia, considerada como una región ecoturística y de importancia cultural para el país. Se establecieron recorridos a lo largo de tres coberturas vegetales identificadas como bosque secundario, cultivos de pancoger y potrero.

Para la recolecta de mariposas se emplearon dos métodos de muestreo, el primero con red entomológica y el segundo mediante el uso de trampas tipo Van Someren Rydon. Se registró un total de 128 especies, distribuidas en 99 géneros y cinco familias (Nymphalidae, Hesperidae, Pieridae, Riodinidae y Lycaenidae). Las coberturas de bosque y cultivos presentaron la mayor diversidad, probablemente por la heterogeneidad vegetal observada. Adicionalmente, se encontró que el bosque presentaba algunas especies indicadoras que se asocian con buenos estados de conservación.

Palabras clave: diversidad, papilionoideos, coberturas vegetales, San Andrés de Pisimbalá

ABSTRACT

This work is the first report on the characterization of Lepidoptera diversity (Papilionoidea) in Tierradentro Archaeological Park, San Andrés de Pisimbalá, Inzá, Cauca, Colombia, considered an ecotourism region of cultural importance for the country. Routes were established along secondary forest, pancoger crops and pastures. To collect Lepidoptera, two sampling methods were used, the first using an entomological net and the second using van Someren Rydon traps. A total of 128 species distributed in 99 genera and five families (Nymphalidae, Hesperidae, Pieridae, Riodinidae and Lycaenidae) were collected. Forest cover and pancoger crops were the most diverse, probably due to the plant heterogeneity

observed. Additionally, it was found that the forest presented some indicator species that are associated with good conservation states.

Keywords: Diversity, papilionoids, plant covers, San Andrés de Pisimbalá

INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica y el estudio de la ecología de poblaciones ha sido un tema central para promover y ejecutar objetos de conservación del entorno natural según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (MADS & PNU, 2014). Colombia como país megadiverso ocupa los primeros puestos en cuanto a diversidad de especies. En el caso de las mariposas, Colombia posee un total de 3276 especies, dentro de las cuales 350 son endémicas; la riqueza de estos organismos ubica al país como el segundo con mayor diversidad después de Perú (Henao & Gantiva, 2020).

Los lepidópteros constituyen el tercer orden de insectos con más especies descritas después de los órdenes Coleóptera y Díptera. Asimismo, las mariposas contribuyen a la dinámica ecosistémica siendo participes de procesos mutualistas como la polinización y formando parte de la cadena trófica (Villalobos & Salazar, 2020). Además, este orden ha sido observado tradicionalmente como excelente bioindicador a causa de su sensibilidad a los cambios del medio como contaminación de las fuentes hídricas, cambio climático y deforestación (Andrade, 1998; Morales, 2011). Por lo que la abundancia y diversidad de algunas especies de estos insectos deja al descubierto la salud de un entorno.

Debido al constante aumento de las amenazas de origen antrópico, estos organismos se encuentran en peligro de desaparecer de los diferentes ecosistemas del país. A lo anterior se suma una nueva circunstancia generada por la firma del reciente acuerdo de paz; esta se basa en el desconocimiento de la diversidad biológica por razones del conflicto y en consecuencia la afluencia de personas a lugares turísticos sin tener en cuenta la capacidad de carga.

El Departamento del Cauca no es ajeno a esta problemática, ya que es reconocido como una de las regiones en mayor conflicto, tal como lo menciona el Centro de Memoria Histórica y la Dirección de Acuerdos de la Verdad (CNMH & DAV, 2014); sin embargo es privilegiado por contar con abundantes recursos naturales y una amplia variedad de ecosistemas, reuniendo todo el potencial ambiental de Colombia en un solo departamento. Sumado a esto, la diversidad de culturas hace atractiva la región para millones de turistas.

Por lo tanto, este estudio contribuirá a la solución de esta problemática, por medio del conocimiento de la diversidad de mariposas como parámetro biológico para poder evaluar las condiciones ambientales que presenta este ecosistema.

JUSTIFICACIÓN

La importancia de este estudio radica en que a lo largo de los años, el hombre ha deteriorado cada vez más el ambiente, destruyendo los diferentes ecosistemas y la biodiversidad que en ellos se presenta. Colombia es sin duda uno de los países con mayor cantidad de especies en el mundo, sin embargo no está exento de las problemáticas que atacan el planeta como el calentamiento global, la sobrepoblación, la introducción de especies invasoras, la ampliación de la frontera agropecuaria y los cultivos de uso ilícito, que han causado cambios en la cobertura, uso del suelo y en la dinámica de los ecosistemas (Andrade, 1998) fragmentando y aislando los espacios naturales. La importancia de conocer la diversidad de mariposas diurnas permite dilucidar patrones y procesos de diversificación, a consecuencia que las mariposas ocupan una posición central en la diversidad de la comunidad biótica, estructura y conservación de bosques (Carrero et al., 2013).

Es necesario conocer con un criterio científico el estado de conservación de los ecosistemas, para promover acciones que contribuyan al mejoramiento y sostenibilidad del mismo. Es aquí donde cobra importancia conocer las mariposas,

quienes son organismos bioindicadores con el fin de dar una respuesta rápida y precisa del estado del hábitat. Además, este estudio es un atractivo adicional para promover el turismo sostenible en la región que ha dejado atrás años de violencia y conflicto armado.

OBJETIVOS

Objetivo general

Conocer la diversidad de papilionoideos (Lepidoptera: Papilionoidea) y su relación con la conservación del entorno natural en el corregimiento de San Andrés de Pisimbalá, Inzá, Cauca.

Objetivos específicos

- Identificar la composición de papilionoideos en San Andrés de Pisimbalá.
- Reconocer las especies de mariposas bioindicadoras en la zona de estudio.

MARCO TEÓRICO

Generalidades de los lepidópteros

Los lepidópteros son insectos neópteros y uno de los órdenes de artrópodos más diversos. Se caracterizan por presentar una variedad de coloración en sus alas, encontrándose a su vez diseños llamativos y al ser insectos terrestres se pueden encontrar en cualquier hábitat con flores y/o espesa vegetación, desde las áreas boscosas hasta los jardines, aunque algunas mariposas se restringen a un hábitat en una región biogeográfica determinada de acuerdo a sus formas de vida y alimentación (Andrade, 1998; Andrade, 2002).

La Superfamilia Papilionoidea comprende las verdaderas mariposas voladoras diurnas, que son objeto de la mayoría de estudios donde se reconocen seis familias: Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Nymphalidae, Riodinidae y

Hesperiidae (Frentiu, 2010). Su morfología se encuentra dividida en tres regiones especializadas: cabeza, tórax y abdomen; a su vez el color característico de las alas se debe a la capa de escamas pigmentarias que las recubre (Valencia *et al.*, 2005).

Modelo corporal:

Cabeza: Poseen un único par de antenas esenciales para la función sensorial y un par de ojos compuestos para brindar imágenes en mosaico. Es la región más especializada del cuerpo ya que las piezas bucales están modificadas de acuerdo a su dieta; las mariposas adultas presentan una probóscide larga con la capacidad de enrollarse, esta probóscide les permite conseguir el néctar de las flores o libar agua (Valencia *et al.*, 2005). En la fase larval la probóscide no se desarrolla, por el contrario adquieren una pieza bucal tipo masticador.

Tórax: Dividido en tres regiones: protórax, mesotórax y metatórax, cada uno con un par de patas; en la familia Nymphalidae, el primer par de patas torácicas están atrofiadas (Valencia *et al.*, 2005). En el tórax se encuentran ubicadas las cuatro alas escamosas, las alas en su interior están divididas por un sistema de venas donde se transporta hemolinfa (Brusca & Brusca, 2003).

Abdomen: Está dividido en una serie de compartimientos o segmentos.

Gremio alimenticio:

Según la alimentación en estado adulto las mariposas se pueden definir en tres gremios alimenticios: nectarívoro, consumidores de sales minerales y copronecrófago-frugívoro; a su vez los gremios alimenticios dependen, en cierta manera, de la zona geográfica y de las condiciones ambientales (Valencia *et al.*, 2005).

Nectarívoro: Una enorme cantidad utilizan el néctar proporcionado por las flores para su supervivencia; dentro de los insectos polinizadores, existen otros grupos diferentes a las abejas como las mariposas. Rader *et al.* (2015) afirma que la actividad de polinizadores, es igual de importante a ellas, ya que a pesar de

depositar menos polen por visita, su elevado número de visitas a lo largo del día compensan esta carencia.

Consumidores de sales minerales: Algunas especies se alimentan exclusivamente de nutrientes en la arena húmeda, bordes de ríos, de arroyos y de charcos (Valencia *et al.*, 2005).

Copronecrófago-frugívoro: Se alimentan de la excreción de algunos minerales y frutas en estado de fermentación. Gracias a la existencia de levaduras causantes de su descomposición permite alimentarse a partir de los subproductos resultantes y de la misma forma ofrece un recurso rico en materia orgánica y energía (Galante & García, 1997).

Reproducción

En los periodos de reproducción, la comunicación con sustancias químicas es imprescindible para encontrar o rechazar la pareja. Londoño & Giraldo (2016) hacen énfasis en que muchas especies desarrollan mechones sexuales (androconios) y glándulas que emiten feromonas o sustancias, brindando un efecto estimulante durante el cortejo y al ser liberadas al aire son reconocidas por el sexo opuesto, dejando a los androconios como escamas especializadas o modificadas para dicha función. Después de la cópula y la ovoposición, sigue el proceso de metamorfosis conocido por los grandes cambios observados durante el ciclo. La metamorfosis conlleva a la transformación de un organismo, en los lepidópteros la metamorfosis es completa (holometábolo) y de acuerdo con Valencia *et al.*, (2005) el desarrollo embrionario lleva a un estadio larval con características muy diferentes del organismo adulto. Además, este proceso de transformación está dado por una serie de etapas relacionadas con cambios morfológicos y fisiológicos.

Fases del ciclo de vida

Huevo: Después del apareamiento, se depositan huevos al reverso de la hoja; la especie de planta en el que adhieren los huevos va relacionada con la especie de mariposa. Existe una amplia variedad de formas, colores y tamaños de los huevos;

los colores varían de amarillo, verde, rojo o naranja (Valencia *et al.*, 2005) y la mayoría poseen formas en la capa externa o corion.

Larva (oruga): Al eclosionar el huevo, sale una oruga especializada en alimentarse (Valencia *et al.*, 2005), para esto sus piezas bucales son fuertes con el fin de desgarrar los pequeños trozos de la planta donde fue inicialmente adherido los huevos. Por consiguiente su alimentación es fitófaga y a veces se considera una plaga para los cultivos. Existen tres tipos de alimentación larval (Andrade, 1998):

- Monófagos: se alimentan de una sola especie de planta.
- Oligófagos: se alimentan de dos especies de plantas, generalmente pertenecen a la misma familia.
- Polífagos: se alimentan de varias especies y de diferentes familias.

En esta fase la larva se debe alimentar demasiado para aumentar su tamaño y seguir a estado de pupa. Muchas veces puede estar solitaria o agrupadas (gregarias). Su forma es vermiforme y va acompañada de diversos colores y algunas veces adquiere estructuras de defensa como pelos urticantes (Valencia *et al.*, 2005).

Pupa (crisálida): Cuando la oruga ha obtenido el tamaño y la masa ideal, busca un lugar adecuado para estar en reposo. En este punto, segrega una especie de seda en la cual se envuelve a sí misma, normalmente se encuentra suspendida sobre ramas y hojas. Dentro de la capa protectora, inicia los procesos más importantes del ciclo, pues a través de histólisis e histogénesis se reorganiza la anatomía general de la mariposa (Londoño & Giraldo, 2016). Por medio de histólisis, la estructura larval se destruye o se disuelve y con histogénesis inicia la formación de los órganos del organismo adulto, por ejemplo se forma la probóscide, las largas patas y las alas. También se logra observar rasgos característicos en las crisálidas como diferentes colores, pero la mayoría muestra colores con la capacidad de camuflarse en el medio en que se encuentra la crisálida, además poseen algunos adornos como perlas de brillo metálico (Valencia *et al.*, 2005).

Imago (adulto): La última fase del ciclo de vida, representada por un organismo capaz de reproducirse y desplazarse. Después de ovopositar, aseguran la continuación de su próxima generación; dependiendo de la especie, el tiempo de vida siendo imago puede ser corto (semanas) o largo (meses). La mariposa vuela hasta agotar su energía y morir (Valencia *et al.*, 2005).

Biodiversidad de mariposas en Colombia

Colombia con su alto índice de diversidad hace parte de los 14 países megadiversos del mundo (Andrade, 2011). La ubicación en el neotrópico garantiza una alta biodiversidad en función de la distancia a partir del Ecuador, es decir, entre más se aleje de la Línea Ecuatorial menos diversa, este parámetro conocido como variación latitudinal (Ospina, 2014). El trópico se caracteriza por las diferencias topográficas que favorecen el aislamiento de poblaciones y aumenta el grado de endemismo de las especies, generando variedad de ecosistemas (Brown, 1991; Cameron, 1999).

El aspecto más importante es la variación altitudinal que influye en la variedad de especies en un hábitat particular corresponde a una relación de menos diversidad entre más alto se encuentre un hábitat (Andrade, 2002). Colombia está ubicada en un punto estratégico, donde se puede considerar como corredor biológico entre América Central y América del Sur, además, con su alta diversidad geomorfológica representada por la Cordillera de los Andes y sistemas montañosos aislados como la Sierra Nevada de Santa Marta, la Serranía de Perijá, la Sierra de Chiribiquete, la Serranía de la Macarena, entre otros (Andrade, 2002). A nivel mundial se registran alrededor de 157424 especies descritas, de las cuales cerca del 11,5% corresponde a las mariposas (Papilionoidea) (Palacios *et al.*, 2018) y a través de los inventarios se recoge una cantidad aproximada de 3276 especies de mariposas registradas para Colombia (Heno & Gantiva, 2020).

ANTECEDENTES

Las especies bioindicadoras ayudan a conocer, a través de su presencia, el estado de conservación de un entorno natural y el nivel de recuperación de los ecosistemas (por ser susceptibles y variar su comportamiento ante los diversos cambios o amenazas que presentan) (Alfaro, 2018) midiendo de forma indirecta la alteración producida, ya sea por factores netamente naturales o resultado de actividades antrópicas.

No todos los grupos de organismos son manejados como bioindicadores; los insectos son los más utilizados debido a la riqueza y diversidad de especies, son de fácil manipulación, alta fidelidad ecológica y demuestran fragilidad a perturbaciones mínimas del entorno; las mariposas por ejemplo son sensibles al cambio de temperatura, microclima, humedad y nivel de luminosidad (Andrade, 1998). El propósito de los bioindicadores es hallar el estado de la biota, su biodiversidad, endemismo y por último, el grado de intervención (Ospina, 2014). Según Morales (2011) el mayor grupo bioindicador son los lepidópteros; las mariposas se adaptan a los hábitats disponibles y responden a las características ambientales. Cuando se transforma un hábitat también se altera las condiciones físicas e igualmente a los organismos que la conforman. Cabe aclarar que no todas las especies son igualmente afectadas (Ospina, 2014).

La presencia de cualquier especie de mariposa es un indicador confiable de la presencia simultánea de otras especies y un conjunto particular de factores ambientales (Gasca *et al.*, 2015). Dada su abundancia y diversidad, espacio-temporal, se observan fácilmente en el campo las mariposas pertenecientes a la superfamilia Papilionoidea, que incluye a su vez a las familias Papilionidae, Hedylidae, Hesperidae, Pieridae, Nymphalidae, Lycaenidae que son usadas frecuentemente como organismos bioindicadores (Andrade, 1998; Tobar *et al.*, 2002).

En el caso de la familia Nymphalidae, algunos géneros como *Pierella*, *Euptychia* y especies como *Actinote anteus* (E. Doubleday, [1847]) y *Oressinoma typhla* E.

Doubleday, [1849], indican una intervención fuerte en hábitats perturbados por el ser humano (Arias & Huertas, 2001). Las especies *Heliconius erato* (Linnaeus, 1758), *Pierella luna* (Fabricius, 1793), *Consul fabius* (Cramer, 1776) y *Pseudohaetera hypaesia* (Hewitson, 1854) son indicadoras de bosque primario; *Mechanitis menapis* Hewitson, [1856] indica bosque secundario y *Prepona amydon* (Hewitson, [1854]) indica bosque primario (Andrade, 1998).

La familia Pieridae, género *Eurema*, generalmente se encuentra en áreas que han sido alteradas para crear zonas de pasturas, por lo que su adaptabilidad a zonas bastante intervenidas se ha convertido en una ventaja que les permite adaptarse a este tipo de ecosistemas (Millán *et al.*, 2009). La especie *Archonias brassolis* (Fabricius, 1776) indica bosque secundario (Andrade, 1998).

Existen especies que han sido reportadas por exhibir una predilección en zonas o espacios abiertos, que se establecen como indicadoras de áreas perturbadas (Vélez *et al.*, 2015), por ejemplo la presencia de *Anartia amathea* (Linnaeus, 1758), *Hermeuptychia hermes* (Fabricius, 1775) y *Phoebis sennae* (Linnaeus, 1758) es común en ambientes con un alto grado de intervención (Andrade, 1994). De acuerdo con Andrade (2002), el aumento de las áreas agrícolas induce el establecimiento de algunas especies de mariposas propias de zonas de cultivos, tales como *Leptophobia aripa* (Boisduval, 1836) y la colonización de otras áreas urbanas y suburbanas por la introducción de plantas de ornato, es típico encontrar mariposas como *A. amathea* (Vélez *et al.*, 2015). En el estudio realizado por Tobar *et al.*, (2002) se registraron especies de áreas abiertas, donde la estructura del área muestreada es más sencilla y la influencia como *Actinote equatoria* (Bates, 1864), *Adelpha alala* (Hewitson, 1847), *Heliconius clysonimus* Latreille, [1817], *Diaethria clymena* (Cramer, 1775), *Pyrisitia venusta* (Boisduval, 1836), *Eurema xanthochlora* (Kollar, 1850) y *Oxeoschistus simplex* A. Butler, 1868 (Vélez *et al.*, 2015).

Es necesario recalcar que en muchos hábitats, la comunidad de plantas determina la estructura física del ambiente y tiene considerable influencia sobre la distribución e interacción de las especies faunísticas (Lawton, 1998); por tanto,

existe relación positiva entre la heterogeneidad del hábitat moldeado por la vegetación y la diversidad de mariposas al existir estrechas relaciones herbívoras y de polinización (Moreno & Acuña, 2015), en donde las mariposas son sensibles a los disturbios de sus hábitats, partiendo de la idea que la diversidad local de mariposas se encuentra correlacionada con la riqueza de especies vegetales de un área determinada (Slansky, 1973). Teniendo en cuenta que las mariposas presentan una relativa especialización sobre un taxón vegetal, el cual es utilizado como recurso o alimento larval, es de esperarse que especies de Pieridae, familia de mariposas que posee la mayor diversidad de plantas hospederas y se alimentan de crucíferas y leguminosas se encuentre en áreas intervenidas o zonas abiertas (Gil & Posada, 2002).

García *et al.*, (2002) menciona que se puede encontrar la subfamilia Pierinae, Coliadinae y Dismorphiinae, donde la especie *L. aripa* pertenece a la subfamilia Pierinae junto con otras especies del género *Leptophobia* y al igual que *Colias dimera* E. Doubleday, 1847 y *Ascia monuste* (Linnaeus, 1764) son plagas en crucíferas (Brassicaceae) (Bustillo & Gutiérrez, 1975), por lo que están presentes en zonas de agricultura; sin embargo, muchas especies de la familia Pieridae, son Euriecas (Vargas *et al.*, 1992), es decir, taxones que pueden ser encontrados desde zonas muy perturbadas hasta más o menos conservadas y que además poseen complejos mecanismos de termorregulación (Clench, 1966). Estas respuestas permiten mayor flexibilidad y respuesta adaptativa frente a restricciones ambientales que aparecen a medida que se incrementa la altitud, como aumento de precipitación, humedad, vientos y descenso de la temperatura (Andrade, 1998). En sus investigaciones Lawton *et al.*, (1998) y Ricketts *et al.*, (2002), identifican a las especies de la subfamilia Coliadinae como tolerantes a paisajes intervenidos y de alto deterioro natural o antropogénico. Representantes de las subfamilias Biblidinae, Charaxinae y Nymphalinae se observan en lugares con cobertura vegetal medianamente intervenida (Moreno & Acuña, 2015).

La distribución de la riqueza de mariposas está relacionada con la combinación de ofertas ambientales presentes en el ecosistema, variables físicas como

temperatura, humedad, brillo solar, velocidad del viento y variables biológicas como relación planta hospedera (larvas, relación frutos y flores (adultos), entre otras, influyen de manera directa e indirecta sobre la dinámica espacio-temporal de las mariposas (Moreno & Acuña, 2015), razón por la cual, especies como *Taygetis laches* Fabricius, 1793 es asociada a áreas poco alteradas o con acceso fácil a la oferta trófica, de igual manera la especie *H. erato* es asociada a áreas intervenidas (Andrade *et al.*, 2007); la especie *T. laches*, puede relacionarse con la condición de la cobertura vegetal, entre menos intervenida más abundante es esta especie (Moreno & Acuña, 2015). *Hamadryas feronia* (Linnaeus, 1758), *Anteos maerula* (Fabricius, 1775), *Phoebis sennae marcellina* (Cramer, 1777) y *A. monuste* tiene en común ser especies asociadas a zonas abiertas, perturbadas, nectarívoras de variadas especies de flores; las especies como *Hamadryas februa* (Hübner, [1823]), *Glutophrissa drusilla* (Cramer, 1777) y *A. monuste*, se resaltan por tener en común habitar zonas perturbadas como bordes de bosque, jardines y áreas cultivadas con árboles (Moreno & Acuña, 2015).

Especies como *Agraulis vanillae* (Linnaeus, 1758), *A. monuste*, *G. drusilla*, *Heraclides homothoas* (Rothschild & Jordan, 1906) guardan relación con la vegetación; se pueden encontrar libando entre flores de árboles, plantas y arbustos fértiles (Moreno & Acuña, 2015), participando de la polinización de la vegetación como Dividivi, Guamacho, Olivo macho, Agua amarga, Aceituno, Ceiba tolúa, Guayacán de bola, Algarrobo dulce y en otro tipo de vegetación en tiempo de floración, lo cual hace a este grupo de gran importancia para la evaluación y recuperación de los ecosistemas (Constantino, 1997) y la especie *Danaus eresimus* (Cramer, 1777), según Ramirez *et al.*, (2007) se caracteriza por habitar zonas húmedas, inundables, como los sistemas de humedales y lagunas originados por la influencia de ríos.

METODOLOGÍA

Área de estudio

La vereda de San Andrés de Pisimbalá ($02^{\circ}34'57''$ N y $76^{\circ}02'42''$ W) está ubicado en el municipio de Inzá, a una distancia de 110 km de la ciudad de Popayán, sobre la vertiente oriental de la cordillera Central, a una altitud de 1702 m s.n.m. La topografía es variada, resultado de un relieve heterogéneo con una geomorfología de montañas ramificadas casi verticales con crestas agudas y de laderas cortas (Pachón *et al.*, 1996). Sus suelos son húmedos por causa de la presencia de afloramientos hídricos y de acuerdo con Holdridge (1967) es una región con vegetación tropical, por lo que se considera una transición de bosque húmedo a muy húmedo/montano bajo (Bmh-Bh/MB) (Figura 1).

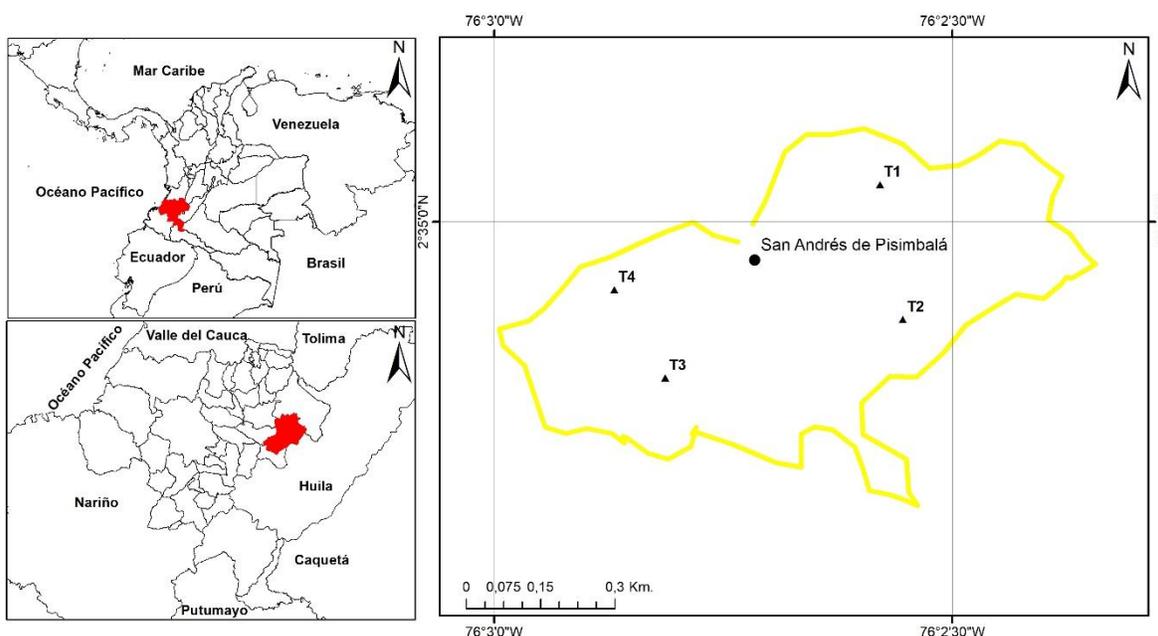


Figura 1. Localización geográfica de la vereda de San Andrés de Pisimbalá (Inzá, Cauca,)

Recolección del material biológico

Se llevaron a cabo seis salidas de campo durante los meses de enero a junio del año 2019, con una duración de cuatro días por muestreo. Se establecieron cuatro

transectos de 200 m a lo largo de diferentes hábitats: Transecto 1: Potrero, Transecto 2-4: Cultivos de pancoger y Transecto 3: Bosque secundario, donde se emplearon muestreos con red entomológica y trampas tipo van Someren Rydon (Andrade *et al.*, 2013; Villarreal *et al.*, 2006).

Muestreo con red entomológica

Se realizaron muestreos libres, en un horario de 8:00 a 11:00 y de 15:30 a 18:00 (esfuerzo de muestreo por persona, un total de 6 h de observación y captura por día. Este muestreo lo realizaron tres personas) para completar el registro de especies que presentan hábito crepuscular (Pollard & Yates, 1996). Se procuró siempre que el esfuerzo de muestreo fuera con el mismo horario y personal. Se registró el tiempo muestreado con cada cobertura y la hora en que se recorrió.

Muestreo con trampas tipo Van Someren Rydon

Se instalaron diez trampas dentro de cada una de las coberturas identificadas; como cebo se utilizó fruta fermentada (banano y piña). Se realizaron transectos de 200 m en cada cobertura, donde se instalaron diez trampas separadas entre sí cada 20 m. Las trampas fueron colgadas entre uno y tres metros por encima del suelo, dependiendo de la estructura de la vegetación y altura del dosel. Las trampas se activaron por espacio de 48 horas, revisándose cada tres horas (Daily & Ehrlich, 1995) con un esfuerzo de muestreo por transecto de 480 horas.

Todos los ejemplares capturados fueron sacrificados por medio de cámara letal, usando acetato de etilo, con el propósito de no deteriorar el individuo. Las mariposas se guardaron en sobres de papel mantequilla con sus respectivos datos (localidad, departamento, municipio, vereda, lugar, fecha de recolecta, hora, nombre del colector, altitud y coordenadas geográficas tomadas con un GPS directamente en campo) para su posterior montaje y análisis (Andrade *et al.*, 2013).

Identificación taxonómica del material

Se utilizaron los patrones de coloración, forma alar, las bandas y algunas estructuras especiales como palpos, patas y órganos genitales como caracteres

taxonómicos definidos para la determinación de los ejemplares colectados (Andrade *et al.*, 2013).

En cuanto a la determinación taxonómica, se utilizaron las claves, ilustraciones y descripciones de Andrade (1990, 1995, 2002), Constantino (1995), D'Abrera (1984, 1987a, 1987b, 1994, 1995), García *et al.*, (2002), Le Crom *et al.*, (2002), Le Crom *et al.*, (2004). Además, se siguió la clasificación taxonómica de Lamas (2004) propuesta en Butterflies of America (Warren *et al.*, 2017). La recolección del material biológico se realizó bajo la Resolución 0152 del 12 de febrero de 2015 emitida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA por el cual se otorgó un permiso marco de recolección de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de investigación científica no comercial. El material debidamente montado y etiquetado se depositó en la colección entomológica del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (MHN-UCC) en la ciudad de Popayán.

Para determinar a las especies de mariposas bioindicadoras se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica en diferentes bases de datos como ScienceDirect, JSTOR, Scopus, repositorios institucionales de la Universidad del Valle, Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Antioquia, Universidad de Caldas, entre otros, que permitieran identificar la composición asociada a las diferentes coberturas presentes en el área.

Análisis de datos

En primer lugar, se elaboró el listado de las especies encontradas en la zona de estudio; también se realizaron gráficos para representar las familias, géneros y especies más dominantes.

Para el análisis de la eficiencia del muestreo, se construyó la curva de interpolación y extrapolación basada en la cobertura de la muestra, que es la proporción del total de individuos en una comunidad representada por las especies observadas (Chao & Jost, 2012). Así mismo, al restar el valor de la cobertura de la muestra de la unidad, se obtiene la proporción de la comunidad que pertenece a las especies no muestreadas, es decir, la probabilidad que una especie sea

registrada si se aumentase la muestra con un individuo, cuya fórmula se encuentra en la ecuación 1.

$$E(Sm) = \sum_{i=1}^S [1 - (1 - P_i)^m] = S - \sum_{i=1}^S (1 - P_i)^m$$

Ecuación 1.

Donde:

Sm: número de especies en una muestra dada de tamaño m.

S: número total de especies.

Pi: abundancia relativa.

Además, se determinó la diversidad verdadera por medio de los números efectivos de especies (Jost, 2006). Se calculó la diversidad de orden cero (0q) que equivale a la riqueza de especies, orden uno (1q) equivalente a la frecuencia de especies sin tener en cuenta si son comunes o raras (exponencial de Shannon) y orden dos (2q) que representa las especies dominantes (inverso de Simpson) siguiendo el método propuesto por Jost (2006) y Chao & Jost (2015).

$$N0 = S$$

Ecuación 2.

S: número de especies

$$N1 = e^{H'}$$

Ecuación 3.

H': índice de Shannon-Wiener (en este caso calculado con algoritmos naturales)

$$N2 = \frac{1}{D_{si}}$$

Ecuación 4.

D_{si} : índice de Simpson

Todos los análisis se realizaron por medio del software R Studio versión 1.1.463 (R Core Team, 2021). La diversidad verdadera y la curva de interpolación y extrapolación basada en la cobertura de la muestra se calcularon con los paquetes estadísticos iNEXT (Hsieh *et al.*, 2013) y SpadeR (Chao *et al.*, 2015) y paquetes complementarios como knitr (Xie, 2014) ggplot2 y dplyr (Wickham, 2016).

Por último, se calculó el índice de similitud de Bray-Curtis con los paquetes vegan (Oksanen *et al.*, 2020) y stats (R Core Team, 2021), teniendo en cuenta que es un índice con mayor robustez y satisface los criterios necesarios para trabajar con datos de comunidades biológicas otorgando un valor de importancia a cada una de las especies que componen la comunidad, es decir, para calcular la similitud entre las diferentes unidades de muestreo permite incluir datos cuantitativos sobre el número de individuos registrados (Chao *et al.*, 2006). La variación del resultado oscila entre 0 y 1, valores cercanos a 0 son reflejo de baja similitud y valores cercanos a 1 se consideran con mayor similitud, cuya fórmula se encuentra en la ecuación 5.

$$I_{B\&C} = \frac{2jN}{(aN + bN)}$$

Ecuación 5.

Donde:

aN: número total de individuos en la comunidad A.

bN: número total de individuos en la comunidad B.

jN: Σ abundancias menores de las especies encontradas en A y B.

En cuanto a las especies bioindicadoras se realizó una tabla resumen que muestra el tipo de vegetación al que se encuentran asociadas, teniendo en cuenta el sitio donde se registraron durante el estudio, esto con el fin de interpretar si los sitios muestreados estaban conservados o con intervención antrópica.

RESULTADOS

Se registró un total de 128 especies distribuidas en 99 géneros, cinco familias (Nymphalidae, Hesperidae, Pieridae, Riodinidae y Lycaenidae) y 551 individuos (Anexo 1), representando el 4% de las especies registradas para Colombia por Andrade (2011).

Basado en el método de interpolación/extrapolación, la cobertura de la muestra para los tipos de coberturas vegetal estudiadas arrojó valores que oscilan entre el 48% y 85%, revelando que es posible encontrar más especies de mariposas según aumente el esfuerzo de muestreo (tabla 1, figura 2). Entonces, el bosque secundario registra una cobertura de muestra del 85%, seguido de cultivos de pancoger (80%) y potreros (48%).

Tabla 1. Integridad del muestro.

Tipo de cobertura	n	S. obs	SC
Bosque secundario	333	106	0,85
Cultivos de pancoger	178	67	0,8
Potrero	40	29	0,48

n: abundancia, **S. obs:** especies observadas, **SC:** cobertura de la muestra.

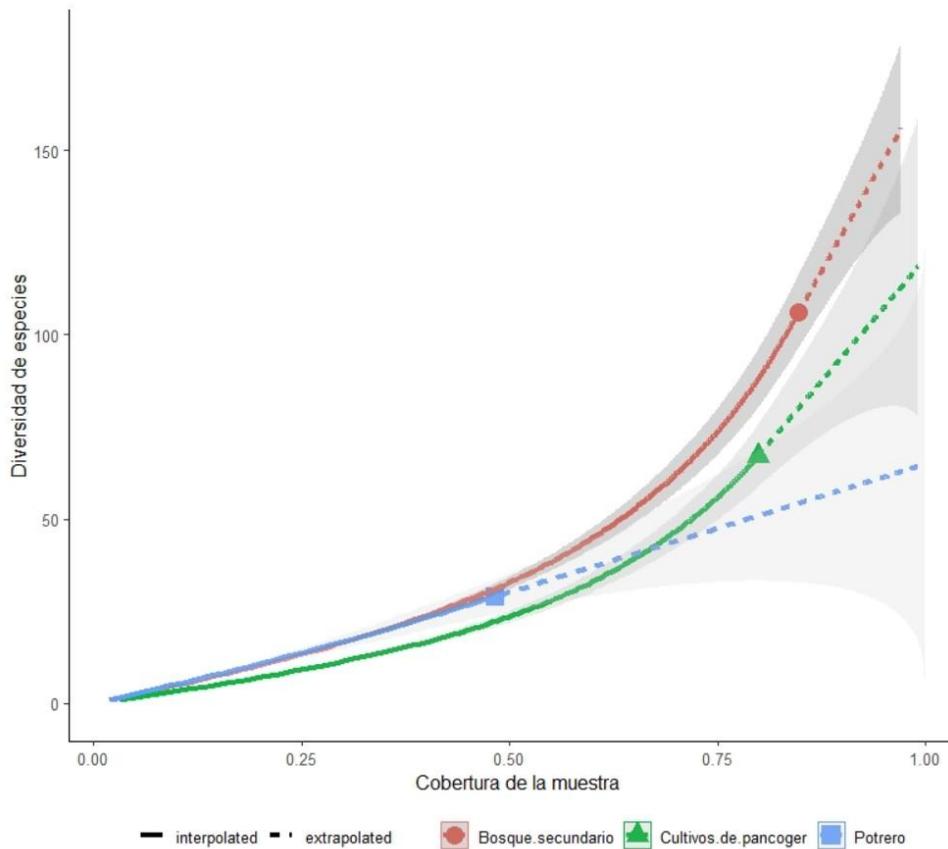


Figura 2. Curva de interpolación y extrapolación basada en la cobertura de la muestra.

La familia Nymphalidae predominó con mayor riqueza y abundancia de especies (54/363) lo que representa un 42% del total registradas, seguida de Hesperidae (40/77), Pieridae (16/66), Lycaenidae (12/23) y por último Riodinidae (6/22) (figura 3).

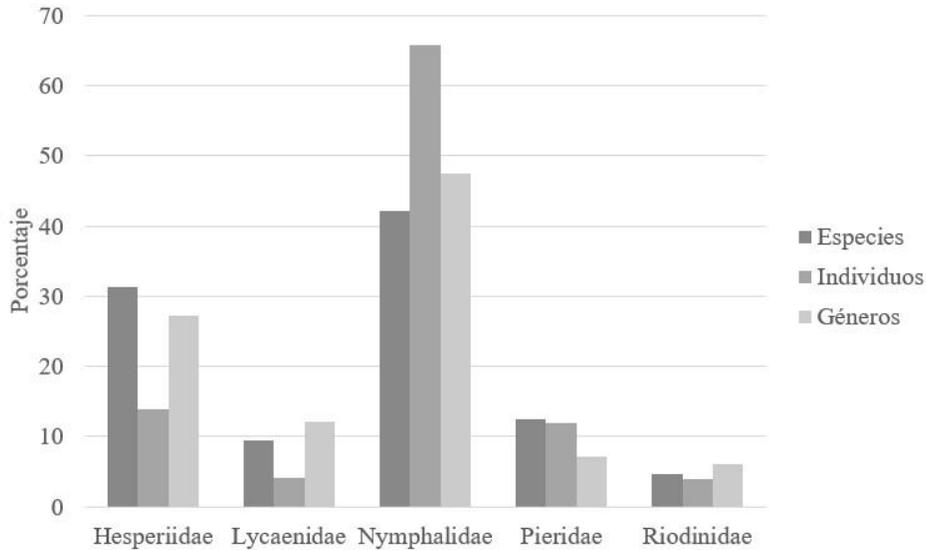


Figura 3. Riqueza y abundancia relativas de familias de papilionoideos en San Andrés de Pisimbalá.

Las especies más dominantes fueron *Anartia amathea* (Linnaeus, 1758) con 41 individuos, *Oressinoma typhla* E. Doubleday, [1849] (28), *Heliconius cydno* (E. Doubleday, 1847) (26), *Heliconius clysonymus* Latreille, [1817] (24), *Euptychoides saturnus* (A. Butler, 1867), *Siproeta epaphus* (Latreille, [1813]) (21) y *Actinote anteas* (E. Doubleday, [1847]) con 20 registros (figura 4).

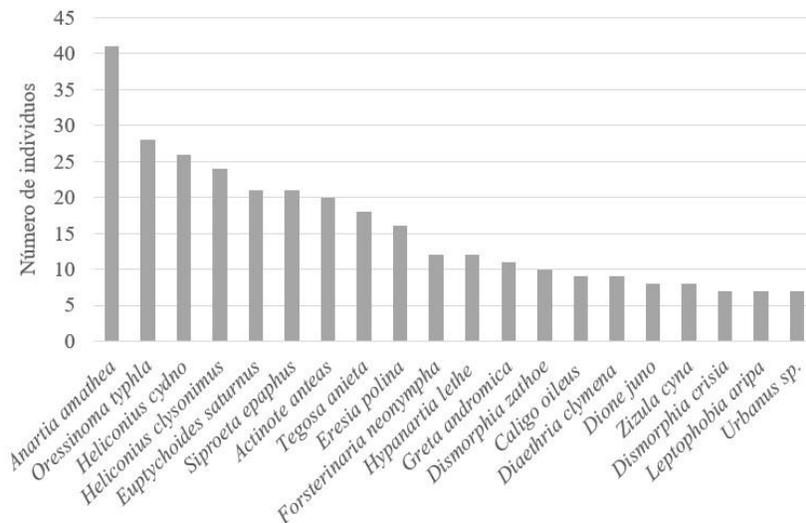


Figura 4. Especies dominantes encontradas en la zona de estudio.

La cobertura vegetal con la mayor representatividad de especies fue el bosque secundario donde se registraron 106 especies y 333 individuos, seguida de los cultivos de pancoger con 67 especies y 178 individuos y potrero con 29 especies y 40 individuos (figura 5).

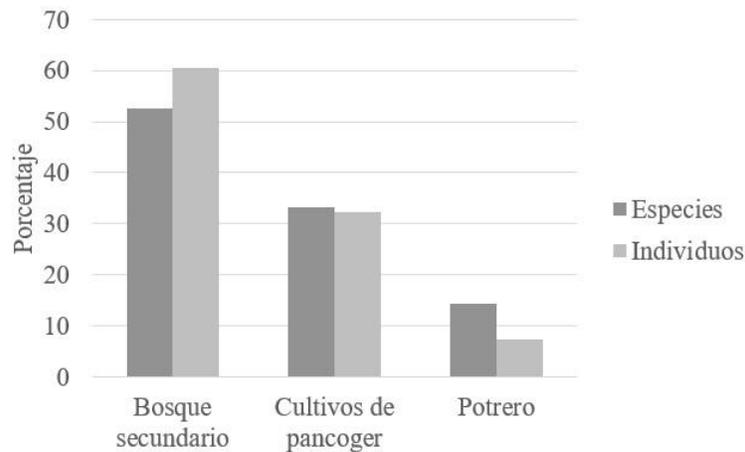


Figura 5. Valores relativos del número de especies e individuos de papilionoideos para cada tipo de cobertura.

En cuanto a la diversidad verdadera se encontró que en el bosque secundario el orden 0q (riqueza de especies) fue mayor respecto a las demás coberturas; intermedia en cultivos de pancoger y baja en potrero.

De igual manera se registran en ese mismo orden de coberturas un número de especies frecuentes respecto al orden de diversidad 1q . Sin embargo, con la medida de diversidad 2q se encontró que las coberturas de cultivos de pancoger y potreros son similares debido a que presentan un número semejante de especies dominantes (tabla 2, figura 6).

Tabla 2. Diversidad verdadera para cada tipo de cobertura.

Tipo de cobertura	0q	1q	2q
Bosque secundario	106	64,63	42,28
Cultivos de pancoger	67	42,17	27,27
Potrero	29	26,04	22,85

0q diversidad de orden cero, 1q diversidad de orden 1, 2q diversidad de orden 2.

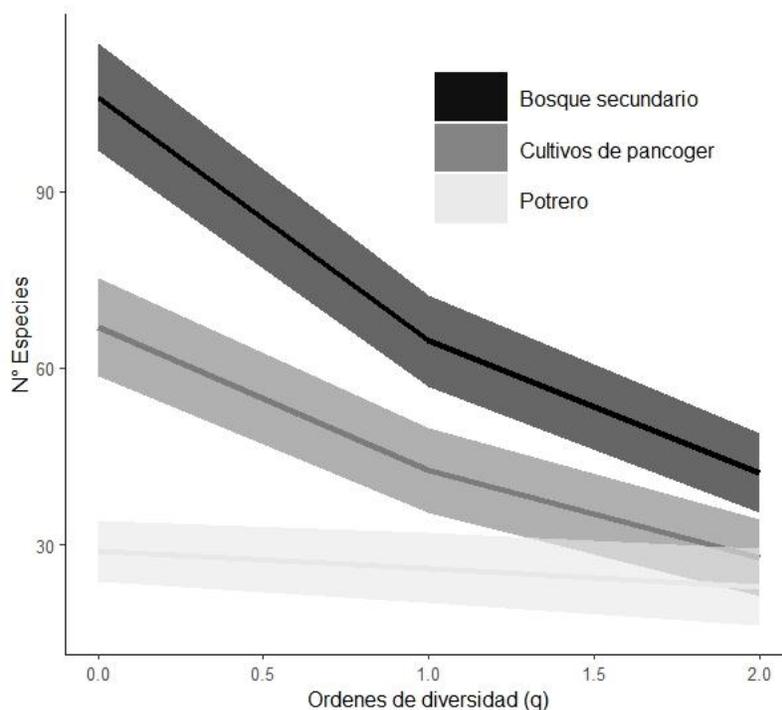


Figura 6. Diversidad verdadera para cada tipo de cobertura. Las áreas sombreadas señalan los intervalos de confianza del 95% correspondiente a cada tipo de hábitat.

El índice de Bray-Curtis indica que se conformaron tres grupos teniendo en cuenta los tipos de cobertura. El primero está conformado entre bosque y cultivos con una

similitud del 52,8%, donde se comparten 36 especies, siendo las más comunes *Caligo oileus* C. Felder y R. Felder, 1861, *Tegosa anieta* (Hewitson, 1864), *H. clysonimus*, *O. typhla* y *S. epaphus*. Por último, el grupo hermano adyacente al anterior conjunto es el potrero con una similitud del 16%, en cuanto a la estructura de papilionoideos, respecto a las demás coberturas (figura 7).

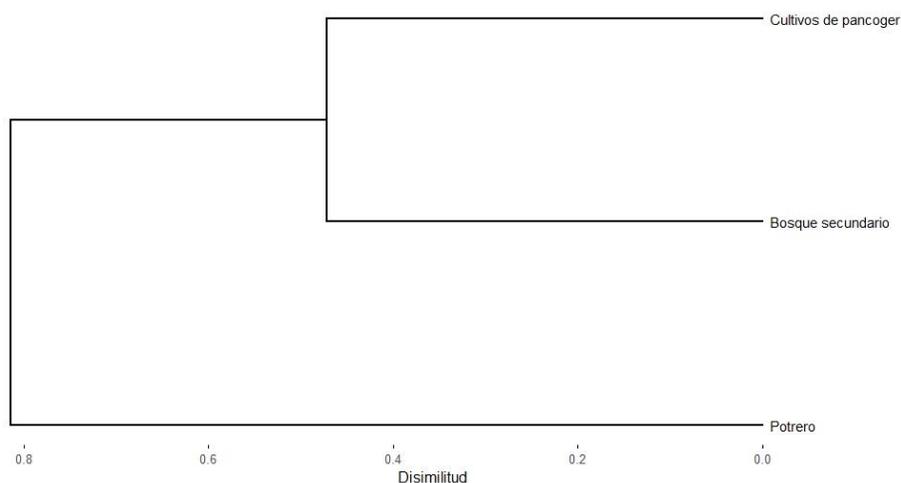


Figura 7. Índice de similitud de Bray-Curtis entre diferentes tipos de cobertura.

La tabla 3 muestra algunas de las especies bioindicadoras registradas en el área de estudio para las diferentes coberturas vegetales, además se tiene en cuenta su bajo nivel de similaridad teniendo en cuenta que la mayor parte de especies se registraron como especies exclusivas.

Tabla 3. Especies de mariposas bioindicadoras de las coberturas de vegetación estudiadas.

Tipo de Vegetación	Especies Bioindicadoras	Bibliografía
Bosque Secundario	<i>Adelpha seriphia</i>	Palacios <i>et al.</i> , 2018
	<i>Episcada polita</i>	Andrade <i>et al.</i> , 2007
	<i>Greta andromica</i>	Valencia <i>et al.</i> , 2005
	<i>Eueides isabella</i>	Tobar <i>et al.</i> , 2002
	<i>Heliconius cydno</i>	Tobar <i>et al.</i> , 2002; Valencia <i>et al.</i> , 2005
	<i>Heliconius Doris</i>	Valencia <i>et al.</i> , 2005
	<i>Colobura dirce</i>	Orozco <i>et al.</i> , 2009

	<i>Caligo oileus</i>	Palacios <i>et al.</i> , 2018
	<i>Eryphanis</i> sp.	Palacios <i>et al.</i> , 2018
	<i>Opsiphanes tamarindi</i>	Salazar <i>et al.</i> , 2010
	<i>Manataria hercyna</i>	Núñez, 2008
	<i>Euptychia</i> sp.	Tobar <i>et al.</i> , 2002
	<i>Euptychoides saturnus</i>	Tobar <i>et al.</i> , 2002
	<i>Hermeuptychia harmonia</i>	Coral & Pérez, 2017
	<i>Autochton</i> cf. <i>itylus</i>	Gaviria & Henao, 2014
	<i>Autochton longipennis</i>	Andrade <i>et al.</i> , 2007
	<i>Heliopetes arsalte</i>	Gaviria & Henao, 2014
	<i>Perichares</i> sp.	Valencia <i>et al.</i> , 2005
	<i>Anthoptus epictetus</i>	Gaviria & Henao, 2014
	<i>Dismorphia crisia</i>	Tobar <i>et al.</i> , 2002
	<i>Catasticta flisa</i>	Tobar <i>et al.</i> , 2002
	<i>Arawacus leucogyna</i>	Gaviria & Henao, 2014
	<i>Rhetus dysonii</i>	Valencia <i>et al.</i> , 2005
	<i>Dione juno</i>	Andrade, 2002; Tobar <i>et al.</i> , 2002
	<i>Marpesia zerynthia</i>	Orellana, 1997
Cultivos de Pancoger	<i>Cybdelis mnasylyus</i>	Gaviria & Henao, 2014
	<i>Dynamine aerata</i>	Gaviria & Henao, 2014
	<i>Dynamine artemisia</i>	Gaviria & Henao, 2014
	<i>Mechanitis menapis</i>	Andrade, 1998; Gaviria & Henao, 2011
	<i>Heliconius clysonimus</i>	Tobar <i>et al.</i> , 2002; Valencia <i>et al.</i> , 2005
	<i>Heliconius cydno</i>	Tobar <i>et al.</i> , 2002;
	<i>Pronophila unifasciata</i>	Coral & Pérez, 2017
	<i>Astrartes anaphus</i>	Fagua <i>et al.</i> , 1999
	<i>Astrartes fulgerator</i>	Fagua <i>et al.</i> , 1999
	<i>Astrartes</i> sp.	Fagua <i>et al.</i> , 1999
	<i>Achlyodes pallida</i>	Gaviria & Henao, 2014
	<i>Cupido</i> cf. <i>comyntas</i>	Ospina, 2014
	<i>Pyrgus orcus</i>	Murillo <i>et al.</i> , 2018
	<i>Urbanus procne</i>	Valencia <i>et al.</i> , 2005
Potrero	<i>Danaus plexippus</i>	Tobar <i>et al.</i> , 2002
	<i>Altinote stratonice</i>	Tobar <i>et al.</i> , 2002
	<i>Adelpha seriphia</i>	Campos <i>et al.</i> , 2011; Palacios <i>et al.</i> , 2018
	<i>Dione juno</i>	Andrade, 2002
	<i>Dryas iulia</i>	Andrade, 2002; Palacios <i>et al.</i> , 2018
	<i>Diaethria clymena</i>	Tobar <i>et al.</i> , 2002
	<i>Vanessa virginiensis</i>	Tobar <i>et al.</i> , 2002
	<i>Junonia evarete</i>	Palacios <i>et al.</i> , 2018

	<i>Chlosyne lacinia</i>	Ospina, 2014
	<i>Castilia eranites</i>	Fagua, 1999
	<i>Eresia polina</i>	Andrade <i>et al.</i> , 2007
	<i>Tegosa anieta</i>	Tobar <i>et al.</i> , 2002
	<i>Cissia pompilia</i>	DeVries, 1987; Ospina, 2014
	<i>Forsterinaria neonympha</i>	Ospina, 2014
	<i>Urbanus procne</i>	Valencia <i>et al.</i> , 2005; Campos <i>et al.</i> , 2011
	<i>Urbanus proteus</i>	Salazar <i>et al.</i> , 2010
	<i>Noctuana lactífera</i>	Murillo <i>et al.</i> , 2018
	<i>Ebrietas sp.</i>	Ospina, 2014
	<i>Corticea sp.</i>	Ospina, 2014
	<i>Papias phainis</i>	Salazar <i>et al.</i> , 2010
	<i>Vettius coryna</i>	Tobar <i>et al.</i> , 2002
	<i>Enosis immaculata</i>	Gaviria & Henao, 2014
	<i>Pompeius pompeius</i>	Salazar <i>et al.</i> , 2010
	<i>Eurema albula</i>	DeVries, 1987; Fagua, 1999
	<i>Eurema salome</i>	DeVries, 1987; Tobar <i>et al.</i> , 2002; Ríos, 2007
	<i>Eurema sp.</i>	DeVries, 1987
	<i>Eurema xantochlora</i>	DeVries, 1987; Tobar <i>et al.</i> , 2002
	<i>Phoebis philea</i>	Tobar <i>et al.</i> , 2002
	<i>Contrafacia imma</i>	Gaviria & Henao, 2014
	<i>Zizula cyna</i>	Salazar <i>et al.</i> , 2010
	<i>Euselasia eupatra</i>	Gaviria & Henao, 2014
	<i>Pyrgus orcus</i>	Campos <i>et al.</i> , 2011; Murillo <i>et al.</i> , 2018

DISCUSIÓN

La efectividad de la captura de mariposas para las coberturas de bosque secundario y cultivos de pancoger estuvo bien representada, con más del 80% de la comunidad, siendo el potrero donde se registró el menor número de especies, esto posiblemente a las condiciones climáticas adversas (precipitaciones altas) que afectaron el registro de especies en estas zonas (<48%).

En San Andrés de Pisimbalá no se han realizado estudios sobre biodiversidad de mariposas, por lo que la riqueza registrada durante la investigación representa el primer registro sobre la caracterización de estos organismos. Sin embargo, se han encontrado mayor número de especies en otros estudios realizados sobre la Cordillera Central como el de Arias & Huertas (2001) con 144 especies y Ospina *et al.*, (2015) con 266 especies registradas.

La mayor riqueza y abundancia de papilionoideos en la zona de estudio estuvo representada por especies de la familia Nymphalidae; esta familia se encuentra ampliamente distribuida en el país tal como lo reportan en sus trabajos Campos & Andrade (2007); Fagua *et al.*, (1999), Orozco *et al.*, (2009) y Prieto & Constantino (1996). Además, Campos & Andrade (2007) enfatizan en el hecho de que dicha familia es muy numerosa en el trópico debido a que se compone de un mayor número de subfamilia, géneros y especies representando el 31% de mariposas del Neotrópico y el 30% de especies registradas para Colombia. Sumado a esto, la incidencia de una amplia gama de especies generalistas dentro de esta familia permite explorar diversos recursos alimenticios, mostrando así una ventaja adaptativa frente a otras especies pertenecientes a familias como Riodinidae, Lycaenidae y Hesperidae donde el registro de recursos no es tan amplio (DeVries, 1987; Ospina & Reinoso, 2009).

La especie más abundante fue *A. amathia*; esta es una especie reportada en toda Colombia, tanto en bosque seco como húmedo hasta los 2000 m s.n.m (Orozco *et al.*, 2009). Esta distribución permite reconocerla como indicadora de áreas abiertas e intervenidas (Tobar *et al.*, 2002; Valencia *et al.*, 2005). Su abundancia se puede atribuir a su tipo de alimentación en estado adulto, ya que es una mariposa que aprovecha el néctar de flores de plantas ornamentales de familias como Acanthaceae, Asteraceae, Melastomataceae, Rubiaceae, Lamiaceae, Solanaceae y Verbenaceae que fueron registradas en la zona (Andrade, 2002; DeVries, 1987; Orozco *et al.*, 2009).

La estructura vegetal heterogénea de la zona de estudio permite el establecimiento de especies comunes de interiores de bosque, borde de bosque y

cafetales bajo sombrío como *H. cydno*, *H. clysonimus*, *Colobura dirce* (Linnaeus, 1758), *Diaethria clymena* (Cramer, 1755), *Dione juno* (Cramer, 1779), *Junonia evarete* (Cramer, 1779), *O. typhla*, *Oxeoschistus simplex* A. Butler, 1868, *Leptophobia aripa* (Boisduval, 1836), *S. epaphus*, *T. anieta*; cuya presencia se asocia con especies de Passifloraceae, Urticaceae, Amaranthaceae, Annonaceae y Asteraceae (Carrero *et al.*, 2013; DeVries, 1987; Valencia *et al.*, 2005). Además, estas coberturas presentan un alto grado de humedad al estar asociadas a fuentes hídricas cercanas como la quebrada de San Andrés y la Virgen, donde especies como *Rhetus dysonii* (Saunders, 1850) y *Lieinix nemesis* (Latreille, [1813]) liban en las orillas arenosas o cerca de ellas (Le Crom *et al.*, 2004). Adicionalmente, es importante destacar el registro de dos especies indicadoras de áreas conservadas como *C. oileus* (Palacios *et al.*, 2018) y *Episcada polita* Weymer, 1899 (Andrade *et al.*, 2007), que se encontraron en zonas de sucesión vegetal secundaria tardía, siendo la cobertura con la más alta conectividad biológica observada.

También es de resaltar que en algunas zonas del bosque secundario se encontraron especies indicadoras de áreas abiertas como *A. amathea*, *A. antheas*, *S. epaphus*, *E. polina*, *Altinote stratonice* (Latreille, [1813]), *Castilia eranites* (Hewitson, 1857) y *D. juno* (Andrade, 2002; Andrade *et al.*, 2007; Carrero *et al.*, 2013; Palacios *et al.*, 2018; Salazar *et al.*, 2010; Tobar *et al.*, 2002). Lo anterior puede deberse a que esta cobertura presenta, en algunos sectores, un mayor nivel de luminosidad por la entresaca selectiva (Prieto & Constantino, 1996), generando cambios en el microclima y las condiciones físicas tales como régimen de luz, temperatura y humedad (Ospina, 2014). Circunstancias que favorecen la colonización de plantas de la familia Asteraceae que es característica de hábitats abiertos, intervenidos y zonas de transición (Casas *et al.*, 2017; Vélez *et al.*, 2015) y frecuentada por mariposas nectarívoras. Algunos caminos de herradura al interior de esta cobertura presentaban materia orgánica en descomposición producto de los desechos de animales como vacas y caballos, al igual que cebos naturales como frutos caídos lo que generaba el registro de una amplia variedad de mariposas generalistas (Prieto & Constantino, 1996) como *Zizula cyna* (W. H. Edwards, 1881) que adicionalmente visita flores de *Lantana cámara* (Andrade *et*

al., 2007; Salazar *et al.*, 2010) observada en el sitio o *Pronophila unifasciata* Lathy, 1906 que es considerada generalista y no requiere condiciones ambientales específicas (Coral & Pérez, 2017; Orozco *et al.*, 2009).

En cuanto a los perfiles de diversidad, es importante mencionar que el bosque secundario y los cultivos de pancoger presentan una mayor riqueza de especies efectivas en comparación con el potrero que arrojó el valor más bajo; probablemente, esto se debe a que existe una mayor oferta alimenticia en el bosque secundario y los cultivos de pancoger tanto para especies generalistas como especialistas. Esto contrasta con otros trabajos donde se registra la mayor diversidad en este tipo de coberturas (Coral & Pérez, 2017; Millán *et al.*, 2009). Respecto al orden ¹q se destaca a *C. oileus*, *T. anieta*, *H. clysonimus*, *O. typhla* y *S. epaphus* quienes son las especies más frecuentes en bosque y cultivos. Esto posiblemente se deba a las condiciones medio ambientales de estas coberturas que favorecen su tránsito y reproducción (Ríos, 2007). En términos de dominancia (orden ²q), en las tres coberturas muestreadas se registraron especies dominantes como *A. amathea* y *O. typhla*. De igual manera Rueda & Andrade (2016) encontraron que algunas áreas abiertas como cultivos y potreros tienen una dominancia de mariposas relativamente altas, posiblemente por la amplia abundancia de brinzales y latizales que ofrecen recursos como plantas hospederas y alimenticias.

En la zona de estudio es evidente la diferencia de riqueza y abundancia de papilionoideos entre las coberturas vegetales, debido a que estos parámetros dependen de las condiciones físico-biológicas del hábitat que determinan la tolerancia fisiológica de las mismas, generando dinámicas de depredación y competencia (Simonson *et al.*, 2001). No obstante, se observa una similitud del 52,8% entre bosque secundario y cultivos de pancoger en cuanto a la estructura de mariposas como consecuencia de la interacción entre hábitats adyacentes, ya que ambas coberturas se componen de vegetación heterogénea y representan una gran parte de la zona de estudio. Sumado a esto, la actividad agrícola que se destaca en la zona es la producción de café bajo sombrío, por lo que se pueden

hallar cafetales mezclados con otro tipo de vegetación y aledaños a relictos o fragmentos de bosque, que según Coral & Pérez (2017) favorecen una mayor presencia de especies de lepidópteros, generando así una mayor conectividad biológica en la región.

Los grupos de especies indicadoras, en varios casos, abarcaron especies que se presentaron en más de una unidad de vegetación y de acuerdo con Fagua *et al.*, (1999) afirman que no es prescindible definir un determinado hábitat con base en una o algunas especies, tomadas de manera independiente y sin tener en cuenta la frecuencia de observaciones.

En vista que el mayor número de especies exclusivas se registró en potrero, evidencia la transformación de las diferentes coberturas de la zona debido al uso del suelo para el pastoreo y la presencia de espacios abiertos como bordes de bosque. Las especies con amplia distribución, tolerancia por hábitats alterados y generalistas en el uso del hábitat como *Urbanus procne* (Plötz, 1881), *Pyrgus orcus* (Stoll, 1870) (Campos *et al.*, 2011), *Danaus plexippus* (Linneaus, 1758), *Vettius coryna* (Hewitson, 1866), *Adelpha seriphia* (C. Felder & R. Felder, 1867); *Eurema xantochlora* (Kollar, 1850) que se encuentran asociadas a sitios donde le es posible conseguir lugares de percha para recibir el sol y áreas despejadas para su potente vuelo, además del recurso alimenticio, donde los adultos requieren de flores de pequeños arbustos y/o hierbas dispersas en los pastizales tal y como lo reportan Campos *et al.* (2011) y Tobar *et al.* (2002).

De otra parte, se observó que en cultivos de pancoger el registro de especies consideradas comunes no indican un alto grado de intervención antrópica, ya que Coral y Pérez (2017) manifiestan que los agroecosistemas, en especial aquellos que se encuentran bajo sombrío son favorables para las especies de mariposas, pero que no dependen únicamente del manejo del cultivo, sino también de otras condiciones como la diversidad de plantas hospedantes y el área de vegetación natural que las coberturas presenten. Especies como *P. unifasciata*, *Mechanitis menapis* Hewitson, [1856], *H. cydno*, *H. clysonymus* son indicadoras de áreas intervenidas que presentan algunos remanentes de vegetación nativa al interior,

ya que según Andrade (1998), Pérez (2008) y Tobar *et al.* (2002), mencionan que esta condición ayuda a retener la diversidad de mariposas en paisajes agrícolas, influenciado también por la diversidad florística como los sistemas rustico y policultivo tradicional. Particularmente, el registro de mariposas como *D. juno*, *Marpesia zerynthia* Hübner, [1823], *Dismorphia crisia* (Drury, 1782), *Eueides isabella* (Stoll, 1781), *E. saturnus* y *Hermeuptychia harmonia* (A. Butler, 1867) son indicadoras de bosque secundario e interiores de bosque involucrados en procesos de sucesión natural; trabajos como los de Orellana (1997), Tobar *et al.* (2002) y Coral y Pérez (2017) resaltan que la alta complejidad estructural del bosque secundario facilitaba el vuelo a nivel de sotobosque para estas especies, donde hay altos niveles de humedad y menor riesgo de evitar la depredación (DeVries, 1987). Por lo tanto, las condiciones en las que se encuentra las diferentes coberturas de la zona refleja un estado medianamente intervenido, por lo que aún es posible encontrar remanentes de vegetación en buen estado de conservación, aunque sea evidente la expansión de áreas abiertas y zonas agrícolas como sustento económico de la región.

CONCLUSIONES

Las condiciones del área de estudio, a pesar del desarrollo de actividades antrópicas como expansión de zonas agrícolas y pastoriles, aún permiten sustentar una amplia diversidad de especies de papilionoideos que deben ser objeto de estudio y conservación por parte de la comunidad.

Dione juno, *Marpesia zerynthia*, *Dismorphia crisia*, *Eueides isabella*, *Caligo oileus* y *Hermeuptychia harmonia* fueron reconocidas como algunas de las especies asociadas a áreas con buenos estados de conservación, mientras que *Heliconius cydno*, *Heliconius clysonimus*, *Eresia polina* y *Euptychoides saturnus* fueron reconocidas como algunas de las especies bioindicadoras de áreas intervenidas ya que son consideradas como especies generalistas dada a su alta abundancia y frecuencia de observación. Además, la familia Nymphalidae se reconoció como la

más predominante, registrando una alta diversidad en términos de Bioindicación y con el mayor número de especies.

Se debe destacar que el reconocimiento de la diversidad de estas especies en una zona de interés cultural y ecoturística para el país contribuirá con información de línea base para apoyar propuestas encaminadas hacia un turismo sostenible que se viene dando en la región. También se resalta la importancia del presente estudio como uno de los pioneros sobre el conocimiento de la biodiversidad en Tierradentro, vereda de San Andrés de Pisimbalá.

RECOMENDACIONES

Es importante ampliar el esfuerzo de muestreo en escala espacial y temporal con el fin de cubrir de manera más precisa la mayor cantidad de coberturas y rangos de distribución para este grupo.

Es necesario continuar con la realización de estudios encaminados al conocimiento de las mariposas, donde se profundice en aspectos ecológicos, interacciones mutualistas, metapoblaciones y ciclos de vida, debido al potencial biológico que se espera encontrar en San Andrés de Pisimbalá.

BIBLIOGRAFÍA

Alfaro, G. (2018). Uso de mariposas como bioindicadoras del estado de recuperación de bosques manejados, Pital, San Carlos, Alajuela, Costa Rica [Trabajo de grado, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio TEC.

Andrade, G. (1990). Clave para las familias y subfamilias de Lepidoptera: Rhopalocera de Colombia. *Caldasia*, 16(77), 197-200. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/35524>

- Andrade, G. (1994). Estudio de conservación y biodiversidad de las mariposas en dos zonas de bosque primario y secundario en Colombia. *Revista de Lepidopterología SHILAP*, 22: 147-181.
- Andrade, G. (1995). Nymphalidae, Acraeinae: *Actinote*. (I. de C. N. (Bogotá). Bogotá D.C.: Instituto de Ciencias Naturales-Museo de Historia Natural: 120.
- Andrade, G. (1998). Utilización de las mariposas como bioindicadoras del tipo de hábitat y su biodiversidad en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 22 (84), 407-421. http://www.accefyn.com/revista/Vol_22/84/407-421.pdf
- Andrade, G. (2002). Biodiversidad de las mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) de Colombia. *Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática*, 2, 153-172. http://sea-entomologia.org/PDF/M3M_PRIBES_2002/153_172_Andrade.pdf
- Andrade, G., García, E. A. & García, G. A. (2007). *Libro Rojo de los Invertebrados Terrestres de Colombia*. Bogotá D.C.: Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Conservación Internacional Colombia Instituto Alexander von Humboldt, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Crédito Territorial. 204 pp. <http://www.bio-nica.info/Biblioteca/Amat-Garcia2007LibrRojolInvertebrados.pdf>
- Andrade, G. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ciencia-política. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35(137), 491–508. http://accefyn.org.co/revista/Vol_35/137/492-508.pdf
- Andrade, G., Henao, E. & Triviño, P. (2013). Ciencias naturales técnicas y procesamiento para la recolección, preservación y montaje de mariposas en estudios de biodiversidad y conservación. (Lepidoptera: Hesperoidea – Papilionoidea). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 37 (144), 311–325. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.12>

- Arias, J. J & Huertas, B. (2001). Mariposas diurnas de la Serranía de los Churumbelos, Cauca. Distribución altitudinal y diversidad de especies (Lepidoptera: Rhopalocera: Papilionoidea). *Revista Colombiana de Entomología*, 27(3-4), 169 – 176.
- Brown, K. (1991). Conservation of Neotropical Environments: Insects as Indicators. En: Collins N, Thomas J. *The Conservation of Insects and Their Habitats*. 350-423.
- Brusca, R. & Brusca, G. (2003). *Invertebrates*. Second edition. Sinauer Associates. Sunderland, Massachusetts, U.S.A: 652.
- Bustillo, A. & Gutiérrez, B. (1975). Ciclo de vida de *Leptophobia aripa* (Boisduval) (Lepidoptera: Pieridae), plaga del repollo y la col. *Revista Colombiana de Entomología*, 4: 173-188.
- Camero, E. (1999). Estudio comparativo de la fauna de coleópteros (Insecta: Coleoptera) en dos ambientes de bosque húmedo tropical colombiano. *Rev. Colomb. Entomol.*, 25(3-4): 131-136.
- Campos, L. & Andrade, G. (2007). Lepidopteros. En: Rangel JO (Eds). *Estudio de la Caracterización Biológica y Ecológica Integral, Fase I: Diagnóstico, Evaluación y Planificación del Proceso de Recuperación, Protección y Conservación del Bosque Natural del Agüil en el Municipio de Aguachica y Fase II: Formulación del área Protectora del Agüil, Municipio de Aguachica-Cesar*. Pp: 103–106. Bogotá D.C.: Corporación Autónoma Regional del César y Universidad Nacional de Colombia. <https://www.corpocesar.gov.co/files/Informe%20Final-Final%20del%20Aguil%202.pdf>
- Campos L., Gómez J. & Andrade M. G. (2011). Mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea-Papilionoidea) de las áreas circundantes a las cienagas del departamento de Córdoba, Colombia. *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Física y Naturales*, 35 (134): 45-60.

- Carrero, D., Sánchez, L. & Tobar, D. (2013). Diversidad y distribución de mariposas diurnas en un gradiente altitudinal en la Región Nororiental Andina de Colombia. *Boletín científico centro de museos. Museo de historia natural*, 17(1), 168–188. [http://190.15.17.25/boletincientifico/downloads/Boletin\(17\)1_15.pdf](http://190.15.17.25/boletincientifico/downloads/Boletin(17)1_15.pdf)
- Casas, L. C., Mahecha, O., Dumar, J. C. & Ríos, I. C. (2017). Diversidad de mariposas en un paisaje de bosque seco tropical, en la Mesa de los Santos, Santander, Colombia. (Lepidópteros: Papilionoidea). *SHILAP Revista de lepidopterología*, 45(177), 83-108. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=45550375010>
- Centro Nacional de Memoria Histórica. & Dirección de Acuerdos de la Verdad. (2014). Nuevos escenarios de conflicto armado y violencia. Bogotá: 326-348.
- Clerici, N., Armenteras, D., Karieva, P., Botero, R., Ramírez, J. P., Forero, G., Ochoa, J., Pedraza, C., Schneider, L., Lora, C., Gómez, C., Linares, M., Hirashiki, C., Biggs, D. (2020). Deforestation in Colombian protected areas increased during post-conflict periods. *Scientific Reports*, (10, 4971), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61861-y>
- Chao A., Chazdon R., Colwell R., Shen T. (2006). Abundance-based similarity indices and their estimation when there are unseen species in samples. *Biometrics*, 62(2): 361-371.
- Chao, A. & Jost, L. (2012). Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93(12), 2533–2547. <https://doi.org/10.1890/11-1952.1>
- Chao, A. & Jost, L. (2015). Estimating diversity and entropy profiles via discovery rates of new species. *Methods in Ecology and Evolution*, 6(8), 873–882. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12349>
- Chao, A., Ma. K., Hsieh, T. & Chiu, C. (2015). Online Program SpadeR: Species-richness Prediction And Diversity Estimation in R. Versión 0.1.1. Recuperado de la URL http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download/

- Clench, H. (1966). Behavioural thermoregulation in butterflies. *Ecology*, 47: 1024-1034.
- Constantino, M. (1995). Revisión de la tribu Haeterini Herrich-Schäffer, 1864 en Colombia (Lepidoptera, Nymphalidae: Satyrinae). *SHILAP Revista de Lepidopterología*, 23(89), 49-76. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2758.5046>
- Constantino, L. (1997). Lepidópteros diurnos del Choco Biogeográfico: Diversidad, alternativas productivas sostenibles y estrategias de conservación. Memorias XXIV Congreso Sociedad Colombiana de Entomología.
- Coral, N. & Pérez, J. (2017). Diversidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea) asociadas a un agroecosistema cafetero de sombra (Curití, Santander). *Revista Colombiana de Entomología*, 43(1), 91–99. <https://doi.org/10.25100/socolen.v43i1.6655>
- Daily, G. & Ehrlich P. (1995). Preservation of biodiversity in small rainforest patches: rapid evaluations using butterfly trapping. *Biodiversity and Conservation*, 4(1), 35–55. <https://doi.org/10.1007/BF00115313>
- D'Abrera, B. (1984). *Butterflies of South America*. Australia: Hill house Publishers.
- D'Abrera, B. (1987a). *Butterflies of the Neotropical Region. Part III*. (Brassolidae, Acraeidae, Nymphalidae, part.). Victoria: Hill House Publishers.
- D'Abrera, B. (1987b). *Butterflies of the Neotropical Region. Part IV*. Nymphalidae (partim). Victoria: Hill House Publishers.
- D'Abrera, B. (1994). *Butterflies of the Neotropical Region. Part VI*. *Riodinidae*. Victoria: Hill House Publishers.
- D'Abrera, B. (1995). *Butterflies of the Neotropical Region. Part VII*. *Lycaenidae*. Victoria: Hill House Publishers.
- DeVries, P. (1987). Hostplant Records and Natural History Notes on Costa Rican Butterflies (Papilionidae, Pieridae & Nymphalidae). *The Journal of Research on the Lepidoptera*, 24(4), 290–333.

- Fagua, G., Amarillo, A. & Andrade, G. (1999). Mariposas como indicadores del grado de intervención en la cuenca del río Pato (Caquetá – Colombia). En: Amat, G., Andrade, G., Fernández, F. (Eds). *Insectos de Colombia*. Pp: 285-315. Bogotá D.C.: Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Fagua, G. (1999). Variación de las mariposas y hormigas de un gradiente altitudinal de la cordillera oriental (Colombia). In F. Amat, G.; Andrade, M. G., Fernández (Ed.), *Insectos de Colombia*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 433pp. Bogotá, Colombia.
- Frentiu, F. (2010). The Colorful Visual World of Butterflies. *Encyclopedia of the Eye*, 1: 326-333. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374203-2.00163-9>
- Galante, E. & García, M. (1997). Detritívoros, Coprófagos y Necrófagos. *Boletín SEA*. 20: 57-64.
- García, C., Constantino, L., Heredia, M. & Kattan, G. (2002). *Guía de Campo: Mariposas Comunes de la Cordillera Central de Colombia*. Cali: Wildlife Conservation Society. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4135.0563>
- Gasca, J., Tovar, M., Ávila, C., Viveros, J. & Beltrán, J. (2015). Análisis de la microestructura de dos especies de Lepidópteras para modelos de prototipo en la construcción. *Agroecología: Ciencia y Tecnología*, 3(1), 7-12.
- Gaviria, F. & Henao, E. (2011). Diversidad de mariposas diurnas (Hesperioidea-Papilionoidea) del parque natural regional El Vínculo (Bugá-Valle del Cauca). *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 15(1), 115-133.
- Gaviria, F. & Henao, E. (2014). Diversidad de mariposas diurnas (Hesperioidea-Papilionoidea) en tres estados sucesionales de un bosque húmedo premontano bajo, Tuluá, Valle del Cauca. *Revista Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia*, 3(2), 49-80.

- Gil, P. & Posada, F. (2002). La cría de mariposas en cautiverio: una alternativa para el estudio de la biodiversidad en la zona cafetera colombiana. *Revista Colombiana de Entomología*, 28 (1): 61-68.
- Henao, E. F. & Gantiva, C. H. (2020). Mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea-Papilionoidea) del bosque seco (BST) en Colombia. Conociendo la diversidad en un ecosistema amenazado. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 24(1), 150-196. <https://doi.org/10.17151/bccm.2020.24.1.10>
- Holdridge, L. (1967). *Life zone ecology*. San José: Tropical Science Center. 20.24.1.10 http://reddcr.go.cr/sites/default/files/centro-de-documentacion/holdridge_1966_-_life_zone_ecology.pdf
- Hsieh, T., Ma, K. & Chao, A. (2013). iNEXT online: interpolation and extrapolation. Versión 1.0. Disponible en <http://chao.stat.nthu.edu.tw/blog/software-download/>
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, 113, 363–375. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>
- Lamas, G. (2004). *Atlas of Neotropical Lepidoptera. Checklist: Part 4^a (Hesperioidea-Papilionoidea)*. Association for Tropical Lepidoptera & Scientific Publishers. Gainesville Publishers.
- Lawton, J., Bignell, D., Bolton, B., Bloemers, G., Eggleton, P., Hammond, P., Hodda, M., Holt, R., Larsen, T., Mawdsley, N., Stork, N., Sivastrava, D. & Watt, A. (1998). Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature*, 391(1): 72-76.
- Le Crom, J., Constantino, L. & Salazar, J. (2002). *Mariposas de Colombia. Tomo 1. Papilionidae*. Bogotá D.C.: Carlec Ltda.
- Le Crom, J., Llorente, J., Constantino, L. & Salazar, J. (2004). *Mariposas de Colombia. Tomo II: Pieridae*. Bogotá D.C.: Carlec Ltda.
- Londoño, P. & Giraldo, C. (2016). *Un frágil tesoro: Las mariposas colombianas*. Universidad del Rosario. Bogotá: Colombia.

- Millán, C., Chacón, P. & Giraldo, A. (2009). Estudio de la comunidad de lepidópteros diurnos en zonas naturales y sistemas reproductivos del municipio de Caloto (Cauca, Colombia). *Boletín científico centro de museos. Museo de historia natural*, 13(1), 185–195.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (MADS) & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2014). *V Informe nacional de la biodiversidad de Colombia ante el convenio de diversidad biológica*. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 101 pp. https://www.minambiente.gov.co/images/sala-de-prensa/Documentos/2014/marzo/310314_v_informe_bio_colombia_070314.pdf
- Morales, N. E. (2011). *¿Qué es un bioindicador? Aprendiendo a partir del ciclo de indagación guiada con macroinvertebrados bentónicos, propuesta metodológica*. (Trabajo de Grado). Leticia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. 4 pp. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/19984>
- Moreno, G. & Acuña, J. (2015). Caracterización de lepidópteros diurnos en dos sectores del Santuario De Flora Y Fauna Los Flamencos (San Lorenzo De Camarones, La Guajira). *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 19(1): 221–234.
- Murillo, S., Fadul, C. & Valdeleón, J. (2018). Inventario de mariposas diurnas en la cuenca de la quebrada Santo Tomás, Pensilvania-Colombia. *Revista del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 3(1), 57-76. <http://dx.doi.org/10.23850/2389-9573.163>
- Núñez, E. (2008). Diversidad de mariposas diurnas en la Reserva Privada Yacutinga, provincia de misiones, Argentina (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea). *Tropical Lepidoptera Research*, 18(2): 78-87.
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H., Szoecs, E. & Wagner, H. (2020). *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.5-7. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>

- Orozco, S., Muriel, S. & Palacio, J. (2009). Diversidad de lepidópteros diurnos en un área de bosque seco tropical del occidente Antioqueño. *Actualidades Biológicas*, 31 (90), 31–41. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/actbio/article/view/4727/4150>
- Ospina, L. A. & Reinoso, G. (2009). Mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperioidea) del jardín botánico Alejandro von Humboldt de la Universidad del Tolima (Ibagué Colombia). *Revista Tumbaga*, 1(4), 135–148. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3632038>
- Ospina, L. A. (2014). *Estructura de la comunidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea) en distintos tipos de hábitats en la cuenca río Lagunillas (Tolima-Colombia)*. (Trabajo de Grado). Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. 53-56 pp. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/53198>
- Ospina, L. A., Andrade, G. & Reinoso, G. (2015). Diversidad de mariposas y su relación con el paisaje en la cuenca del río Lagunillas, Tolima, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 39(153), 455. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.215>
- Pachón, X., Oliveros, D. E. & Wiesner, L. E. (1996). *Geografía humana de Colombia Región Andina Central*, Tomo VI, Vol. II. Bogotá D.C.: Instituto Colombiano de Cultura Hispánica. <https://babel.banrepcultural.org/digital/collection/p17054coll10/id/2778/>
- Palacios, V., Palacios, L. & Jiménez, A. (2018). Diversidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea) asociadas con tres hábitats en el corregimiento de Pacurita, municipio de Quibdó, Chocó, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 42(164), 237. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.607>
- Pérez, O. (2008). Evaluación de la biodiversidad de mariposas diurnas presentes en sistemas agroforestales modernos con café en el Corredor Biológico Volcánica Central-Talamanca, Costa Rica.

- Pollard, E. & Yates, T. (1996). *Monitoring butterflies for ecology and conservation*. Springer Netherlands.
- Prieto, A. & Constantino, L. (1996). Abundancia, distribución y diversidad de mariposas en el Río Tatabro, Buenaventura (Valle-Colombia). *Boletín Museo Entomológico Universidad del Valle*, 4(2), 11–18. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/4742/2-%20Abundancia,%20distribuci%F3n%20y%20diversidad%20de%20mariposas.pdf;jsessionid=9CF5B321187EB2ED752D94A25696043C?sequence=1>
- Rader R, Bartomeus I, Garibaldi LA, Garratt MPD, Howlett BG, et al. (2015). Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. *PNAS* 113:146–51
- Ramírez, L., Chacón, P. & Constantino, L. (2007). Diversidad de mariposas diurnas (Lepidóptera: Papilionoidea y Hesperioidea) en Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 33 (1): 54-63.
- R Core Team. (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Ríos, C. (2007). Riqueza de especies de Mariposas (Hesperioidea & Papilionoidea) de la quebrada “El Aguila” Cordillera Central (Manizales - Colombia). *Boletín científico centro de museos. Museo de historia natural*, 11(1), 272–291. <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v11n1/v11n1a13.pdf>
- Ricketts, T., Daily, G. & Ehrlich, P. (2002). Does butterfly diversity predict moth diversity? Testing a popular indicator taxon at local scales. *Biological Conservation*, 10 (3): 361-370.
- Rueda, N. & Andrade, M. (2016). El género *Heliconius* Kluk, 1708 en dos hábitats de diferente grado de conservación en la Amazonia colombiana y aportes para su conservación. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(157), 653-663. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.382>

- Salazar, J., Vargas, J., Mora, A. & Benavides, J. (2010). Identificación Preliminar de los Rhopalocera que Habitan el Centro Experimental Amazónico (C.E.A.) Mocoa-Putumayo y Algunas Especies Aptas Para Criar en Cautiverio (Insecta: Lepidoptera). *Boletín científico centro de museos. Museo de historia natural*, 14(1), 150-188.
[http://190.15.17.25/boletincientifico/downloads/Boletin14\(1\)_11.pdf](http://190.15.17.25/boletincientifico/downloads/Boletin14(1)_11.pdf)
- Sánchez, G. (2002). Desarrollo y medio ambiente: una mirada a Colombia. *Economía y Desarrollo*, 1(1), 79–98. <http://uac1.fuac.edu.co/revista/M/seis.pdf>
- Simonson, S., Opler, P., Stohlgren, T. & Chong, G. (2001). Rapid assessment of butterfly diversity in a montane landscape. *Biodiversity and Conservation*, 10(3), 239–248. <https://doi.org/10.1023/A:1016663931882>
- Slansky, F. (1973). Latitudinal gradients in species diversity of the new world swallowtail butterflies. *Journal Research Lepidopterologist*, 11(4): 201-217.
- Tacuma, D. (2020). *Los impactos ambientales de los cultivos ilícitos en las áreas naturales protegidas en Colombia: problemáticas y soluciones*. [Trabajo de grado. Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Ucatólica. <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/24916>
- Tobar, L., Rangel, J. & Andrade, G. (2002). Diversidad de mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) en la parte alta de la cuenca del río El Roble (Quindío-Colombia). *Caldasia*, 24(2), 393-409.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/39422>
- Valencia, M., Gil, C. & Constantino, Z. (2005). *Mariposas diurnas de la zona central cafetera colombiana. Guía de campo*. Chinchiná: Cenicafé. 244 pp.
<https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/639>
- Vargas, J., Llorente, J. & Martínez, A. L. (1992). Listado lepidopterofaunístico de la Sierra de Atoyac de Álvarez en el estado de Guerrero: notas acerca de su distribución local y estacional (Rhopalocera: Papilionoidae). *Folia Entomológica Mexicana*, 86: 41-178.

- Vélez, D., Gallego, M. & Riascos, Y. (2015). Diversidad De Mariposas Diurnas (Insecta: Lepidóptera) de un Bosque Subandino, Cajibío, Cauca. *Boletín científico centro de museos. Museo de historia natural*, 19(1), 263–285. <https://doi.org/10.17151/bccm.2015.19.1.20>
- Villalobos, A. & Salazar, J. A. (2020). Mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea) de un bosque Andino en la vertiente oriental de la cuenca de río Tona, Santander (Colombia). *Anales de Biología*, 42(168), 75–84. <https://revistas.um.es/analesbio/article/view/429621>
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F. & Umaña, A. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad*. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31419/63.pdf?sequence=1>
- Warren, A. D., K. J. Davis, E. M. Stangeland, J. P. Pelham, K. R. Willmott & N. V. Grishin. (2017). Illustrated Lists of American Butterflies. <https://www.butterfliesofamerica.com/>
- Wickham, H. (2016). ggplot2: Gráficos elegantes para el análisis de datos. Versión 3.3.2. <http://ggplot2.org>
- Xie, Y. (2014). Knitr: A Comprehensive Tool for Reproducible Research in R. En: Stodden, V. Leisch, F. & Peng, R. D. (Eds.). *Implementing Reproducible Computational Research*. (pp. 30). Chapman and Hall/CRC. <http://www.crcpress.com/product/isbn/9781466561595>.

ANEXOS

Anexo 1. Listado de papilionoideos registrados en San Andrés de Pisimbalá, Cauca, Colombia. **P** - Potrero **BS** – Bosque Secundario, **CP** – Cultivos de Pancoger

ESPECIE		P	BS	CP
Nymphalidae				
Danainae	<i>Danaus plexippus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	
	<i>Thyridia psidii</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X
	<i>Mechanitis menapis</i> Hewitson, [1856]			X
	<i>Mechanitis</i> sp. Fabricius, 1807		X	X
	<i>Pagyris cymothoe</i> (Hewitson, [1855])		X	X
	<i>Episcada polita</i> Weymer, 1899		X	X
	<i>Hypoleria lavinia</i> (Hewitson, [1855])		X	
	<i>Greta andromica</i> (Hewitson, [1855])	X	X	X
	<i>Greta dercetis</i> (E. Doubleday, 1847)			X
Heliconiinae	<i>Altinote stratonice</i> (Latreille, [1813])	X	X	X
	<i>Actinote antea</i> (E. Doubleday, [1847])	X	X	X
	<i>Dione juno</i> (Cramer, 1779)		X	X
	<i>Dryas iulia</i> (Fabricius, 1775)		X	X
	<i>Eueides isabella</i> (Stoll, 1781)		X	
	<i>Heliconius clysonymus</i> Latreille, [1817]	X	X	X
	<i>Heliconius cydno</i> (E. Doubleday, 1847)	X	X	X
	<i>Heliconius doris</i> (Linnaeus, 1771)		X	
	<i>Heliconius erato</i> (Linnaeus, 1758)		X	
Limenitidinae	<i>Adelpha seriphia</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)		X	
Biblidinae	<i>Biblis hyperia</i> (Cramer, 1779)		X	
	<i>Cybdelis mnasylus</i> E. Doubleday, [1848]			X
	<i>Dynamine aerata</i> (A. Butler, 1877)		X	
	<i>Dynamine artemisia</i> (Fabricius, 1793)		X	
	<i>Diaethria clymena</i> (Cramer, 1775)		X	X
Cyrestinae	<i>Marpesia zerynthia</i> Hübner, [1823]		X	
Nymphalinae	<i>Pycina zamba</i> E. Doubleday, [1849]			X
	<i>Colobura dirce</i> (Linnaeus, 1758)		X	X
	<i>Hypanartia lethe</i> (Fabricius, 1793)		X	X
	<i>Vanessa virginiensis</i> (Drury, 1773)	X	X	X
	<i>Anartia amathea</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X
	<i>Siproeta epaphus</i> (Latreille, [1813])	X	X	X

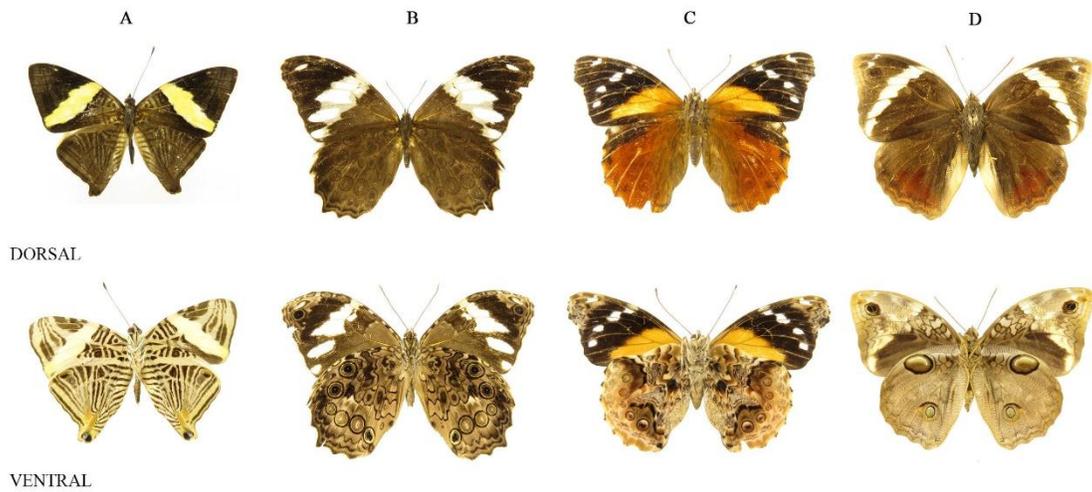
	<i>Junonia evarete</i> (Cramer, 1779)		X	X
	<i>Chlosyne lacinia</i> (Geyer, 1837)		X	X
	<i>Anthanassa drusilla</i> (C. Felder & R. Felder, 1861)		X	
	<i>Castilia eranites</i> (Hewitson, 1857)	X	X	X
	<i>Eresia polina</i> Hewitson, 1852		X	X
	<i>Tegosa anieta</i> (Hewitson, 1864)	X	X	X
Satyrinae	<i>Caligo oileus</i> C. Felder & R. Felder, 1861		X	X
	<i>Eryphanis</i> sp. Boisduval, 1870		X	
	<i>Opsiphanes tamarindi</i> C. Felder & R. Felder, 1861		X	
	<i>Manataria hercyna</i> (Hübner, [1821])	X	X	
	<i>Pronophila unifasciata</i> Lathy, 1906			X
	<i>Oxeoschistus simplex</i> A. Butler, 1868	X	X	X
	<i>Cissia pompilia</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)		X	
	<i>Euptychia</i> sp. Hübner, 1818		X	
	<i>Euptychoides saturnus</i> (A. Butler, 1867)	X	X	X
	<i>Hermeuptychia harmonia</i> (A. Butler, 1867)		X	
	<i>Hermeuptychia</i> sp. Forster, 1964		X	
	<i>Magneuptychia</i> sp. Forster, 1964		X	
	<i>Pareuptychia metaleuca</i> (Boisduval, 1870)		X	
	<i>Splendeuptychia ashna</i> (Hewitson, 1869)		X	X
	<i>Forsterinaria neonympha</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)		X	X
	<i>Taygetis chrysogone</i> E. Doubleday, [1849]			X
	<i>Oressinoma typhla</i> E. Doubleday, [1849]		X	X
	Hesperiidae			
Eudaminae	<i>Urbanus dorantes</i> (Stoll, 1790)	X	X	
	<i>Urbanus procne</i> (Plötz, 1881)	X		
	<i>Urbanus proteus</i> (Linnaeus, 1758)		X	
	<i>Urbanus</i> sp. Hübner, [1807]		X	X
	<i>Urbanus teleus</i> (Hübner, 1821)	X	X	X
	<i>Astrartes anaphus</i> (Cramer, 1777)	X		
	<i>Astrartes fulgurator</i> (Walch, 1775)		X	
	<i>Astrartes</i> sp. Hübner, [1819]		X	
	<i>Autochton</i> cf. <i>itylus</i> Hübner, 1823	X	X	X
	<i>Autochton longipennis</i> (Plötz, 1882)		X	X
Pyrginae	<i>Nisoniades</i> cf. <i>suprapanama</i> Steinhauser, 1989		X	
	<i>Nisoniades</i> sp. Hübner, [1819]			X
	<i>Noctuana lactífera</i> (A. Butler & H. Druce, 1872)		X	
	<i>Gorgythion begga</i> (Prittwitz, 1868)			X
	<i>Ebrietas</i> sp. Godman & Salvin, 1869		X	

	<i>Theagenes albiplaga</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)		X	
	<i>Achlyodes pallida</i> (R. Felder, 1869)		X	
	<i>Quadrus cerialis</i> (Stoll, 1782)			X
	<i>Quadrus truncata</i> (Hewitson, 1870)	X	X	X
	<i>Xenophanes tryxus</i> (Stoll, 1780)			X
	<i>Pyrgus orcus</i> (Stoll, 1780)	X	X	
	<i>Heliopetes alana</i> (Reakirt, 1868)		X	X
	<i>Heliopetes arsalte</i> (Linnaeus, 1758)		X	
	<i>Heliopetes laviana</i> (Hewitson, 1868)		X	X
Hesperiinae	<i>Perichares</i> sp. Scudder, 1872			X
	<i>Zenis jebus</i> (Plötz, 1882)		X	
	<i>Anthoptus epictetus</i> (Fabricius, 1793)	X	X	
	<i>Corticea</i> sp. Evans, 1955		X	X
	<i>Mnaseas macia</i> Evans, 1955		X	
	<i>Apaustus gracilis</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)		X	
	<i>Papias phainis</i> Godman, 1900	X		
	<i>Tigasis colomus</i> (E. Bell, 1941)		X	X
	<i>Vettius coryna</i> (Hewitson, 1866)		X	X
	<i>Enosis immaculata</i> (Hewitson, 1868)	X	X	
	<i>Saturnus reticulata</i> (Plötz, 1893)		X	
	<i>Pompeius pompeius</i> (Latreille, [1824])		X	
	<i>Racta</i> cf. <i>plasma</i> Evans, 1955		X	
	<i>Hesperiidae</i> sp1. Latreille, 1809		X	
	<i>Hesperiidae</i> sp2. Latreille, 1809			X
<i>Hesperiidae</i> sp3. Latreille, 1809	X			
Pieridae				
Dismorphiinae	<i>Pseudopieris viridula</i> (C. Felder & R. Felder, 1861)		X	X
	<i>Lieinix nemesis</i> (Latreille, [1813])		X	X
	<i>Dismorphia crisia</i> (Drury, 1782)		X	X
	<i>Dismorphia zathoe</i> (Hewitson, [1858])		X	X
Coliadinae	<i>Eurema albula</i> (Cramer, 1775)	X	X	
	<i>Eurema salome</i> (C. Felder & R. Felder, 1861)		X	X
	<i>Eurema</i> sp. Hübner, [1819]		X	
	<i>Eurema xantochlora</i> (Kollar, 1850)	X		X
	<i>Phoebis neocypris</i> (Hübner, [1823])		X	
	<i>Phoebis philea</i> (Linnaeus, 1763)		X	
	<i>Phoebis sennae</i> (Linnaeus, 1758)		X	X
<i>Phoebis</i> sp. Hübner, [1819]		X		
Pierinae	<i>Leptophobia aripa</i> (Boisduval, 1836)		X	X

	<i>Leptophobia eleone</i> (E. Doubleday, 1847)			X
	<i>Leptophobia penthica</i> (Kollar, 1850)		X	
	<i>Catasticta flisa</i> (Herrich-Schäffer, [1858])		X	
Lycaenidae				
Theclinae	<i>Theritas</i> sp. Hübner, 1818		X	
	<i>Micandra</i> sp. Staundinger, 1888			X
	<i>Rekoa meton</i> (Cramer, 1779)		X	
	<i>Arawacus leucogyna</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)		X	
	<i>Contrafacia imma</i> (Prittwitz, 1865)		X	
	<i>Arzecla</i> cf. <i>sethon</i> (Godman & Salvin, 1887)		X	
	<i>Strymon mulucha</i> (Hewitson, 1867)			X
Polyommatainae	<i>Tmolus echion</i> (Linnaeus, 1767)		X	
	<i>Panhiades bathildis</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)		X	
	<i>Zizula cyna</i> (W. H. Edwards, 1881)		X	X
	<i>Leptotes cassius</i> (Cramer, 1775)			X
	<i>Cupido</i> cf. <i>comyntas</i> (Godart, [1824])	X	X	
Riodinidae				
Euselasiinae	<i>Euselasia eupatra</i> Seitz, 1916		X	X
	<i>Hades noctula</i> Westwood, 1851		X	X
Riodininae	<i>Mesosemia mevania</i> Hewitson, [1857]		X	
	<i>Rhetus dysonii</i> (Saunders, 1850)		X	
	<i>Crocozona pheretima</i> C. Felder & R. Felder, 1865		X	X
	<i>Eurybia</i> cf. <i>molochina</i> Stichel, 1910			X



Anexo 2. Área de estudio, San Andrés de Pisimbalá, Inzá, Cauca.



Anexo 3. Fotografías de la vista dorsal y ventral de algunas especies registradas en este estudio **A.** *C. dirce*; **B.** *M. hercyna*; **C.** *P. zamba*; **D.** *O. tamarindi*.